

EFEITO DO ÁCIDO 2,4-DICLOROFENOXIACÉTICO
(2,4-D) NA ABSORÇÃO DO FÓSFORO (^{32}P) PELO
TRIGO (*Triticum aestivum*, L) E A SUA
DISTRIBUIÇÃO NA PLANTA.

Marcelo Kogan Alterman *
André Martin Louis Neptune **

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito de diferentes concentrações de 2,4-D na absorção de fósforo — ^{32}p pelo trigo (*Triticum aestivum*, L) no estado de 3 fôlhas e a sua distribuição na planta.

Foram realizados quatro ensaios em vaso, conduzidos em casa de vegetação, com quatro repetições. As plantas foram cortadas 8 horas, 26 e 50 horas após a pulverização do herbicida. Em cada um dos ensaios foram aplicados 4 doses de 2,4-D: 0, 1000, 2000 e 4000 ppm e uma solução contendo ^{32}p .

Os dados obtidos mostraram que:

- 0, 2,4-D afetou a absorção do fósforo e a distribuição deste na planta.
- A tendência, nos quatro ensaios, foi de que as doses utilizadas estimularam a absorção do fósforo pelo trigo, a qual foi decrescendo com o decorrer do tempo.
- A distribuição do fósforo foi, de modo geral, estimulada, decrescendo com o decorrer do tempo. No terceiro ensaio, quando as plantas foram pulverizadas com 2000 e 4000 ppm. de 2,4-D, a distribuição foi prejudicada, sendo maior naquelas plantas não tratadas com o herbicida.

INTRODUÇÃO

Em 1931, KÖGL e HAAGEN-SHMIIT citados por YUFERA, 1958, isolaram, pela primeira vez, um hormônio vegetal, ao qual denominou-se auxina. Esse por sua vez, foi identificado como sendo o ácido B'

Recebido para publicação em 30-12-1977.

* Universidade do Chile — Faculdade de Agronomia.

** Centro de Energia Nuclear na Agricultura e Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" — Universidade de São Paulo.

indol acético (IAA). Este fitohormônio possuía uma ação reguladora sobre diferentes processos fisiológicos nos vegetais e, provavelmente sobre os outros hormônios.

Pouco depois do isolamento do I A A, vários pesquisadores demonstraram que certos compostos cuja existência nos vegetais era desconhecida, induziam reações nas plantas, semelhantes àquelas determinadas pela auxina natural.

Baseando-se no conhecimento de que as auxinas, quando aplicadas em determinadas concentrações, exercem efeitos tóxicos nas plantas, surgiu a idéia de usar produtos sintéticos de efeitos semelhantes às auxinas, como o 2,4 — D, com o propósito de combater plantas indesejáveis (MITCHELL e HAMNER, 1944, citados por AUDUS, 1963).

ZIMMERMAN e HITCHCOCK, 1942, demonstraram as propriedades reguladoras de crescimento do ácido 2,4 diclorofenoxiacético (2,4 — D).

Quando o 2,4 — D é aplicado sobre as plantas susceptíveis, ele é rapidamente absorvido e migra às outras partes do vegetal, afetado principalmente os tecidos meristemáticos. A sua rápida distribuição contribui em grande parte para a sua eficiência como agente tóxico.

Os estudos relativos ao efeito do 2,4 — D mostram que esse herbicida afeta a fotossíntese, o metabolismo dos carboidratos, a respiração, a absorção e o metabolismo dos íons, a produção de metabolitos tóxicos, etc. (NORMAN et al., 1950; FERNANDEZ, 1963; MORELAND, 1967; ANDRADE, 1963; ROBERTSON and KIRKWOOD, 1970;; CHINEA e CARAMETE, 1970; KOGAN, 1971).

Existem muitos trabalhos com 2,4 — D no que diz respeito à interação deste herbicida com os nutrientes, em várias espécies, principalmente da família Dicotyledoneas, porém poucos estudos neste campo tem sido conduzidos com o trigo.

Em vista disso, procuramos no presente trabalho, estudar o efeito de diferentes concentrações de 2,4 — D na absorção e distribuição de fósforo — ^{32}P pelo trigo no estado de três folhas, sendo que esta graminéa, naquele estado mostra-se susceptível a este herbicida.

MATERIAIS E MÉTODOS

Solo e Variedade

Um Regossolo, de baixo teor em fósforo solúvel ($<0,01$ e.mg/100g terra) foi utilizado como substrato para as plantas da variedade de trigo BH 1146.

Ensaio realizados

O trabalho experimental constou de quatro ensaios em vasos, com quatro repetições, conduzido em casa de vegetação. Em cada ensaio, foram aplicadas quatro doses de 2,4 — D: 0, 1000, 2000 e 4000 ppm. e uma solução contendo fósforo radioativo.

No primeiro ensaio, as plantas foram cortadas 8 horas após a aplicação do herbicida. No segundo, no terceiro e no quarto ensaio às 14, 26 e 50 horas respectivamente.

Adubação e Semeadura

Cada vaso, com capacidade de 2,5 Kg. de solo, recebeu 300 ml. de uma solução de nutrientes contendo por litro: 200 mg. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 200 mg. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, 500 mg. NH_4NO_3 , 800 mg. KH_2PO_4 , e 200 mg. $\text{SO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$.

Em cada vaso, foram semeadas 9 sementes. As datas de semeadura variaram de acordo com o cronograma estabelecido. Para o primeiro ensaio 10 de abril, para o segundo, o terceiro e o quarto: 20 de abril, 5 de maio e 15 de maio, respectivamente.

Aplicação do Herbicida

O 2,4 — D (sal amina) foi aplicado na forma comercial de Difenox A (39% I.A) na pós emergência, quando o trigo tinha 3 folhas.

A aplicação foi realizada com um micro pulverizador, utilizado em cromatografia, da KIMAX, smi n.º 26500.

Antes da pulverização, pedaços de algodão foram colocados na superfície do solo dos vasos para evitar que o 2,4 — D entrasse em contacto com o solo.

Aplicação da Solução Radioativa (^{32}P)

Duas horas após a aplicação do 2,4 — D, cada vaso recebeu 5 ml. de uma solução contendo 6 u Ci de $^{32}\text{P}/\text{ml}$. Cabe assinalar, entretanto, que no quarto ensaio a atividade da solução radioativa foi de 3 u Ci de $^{32}\text{P}/\text{ml}$.

A aplicação do radioisótopo foi feita com uma pipeta automática, da Aurette Clay — Adams. Inc — N.Y. A seguir os vasos foram irrigados com 150 ml. de água, com objetivo de provocar uma melhor distribuição do radioisótopo nos primeiros 10 cm. do solo.

O material radioativo na forma de $\text{Na}_2\text{H}^{32}\text{PO}_4$, livre de carregador, foi fornecido pelo Instituto de Energia Atômica, S.P.

Colheita

As plantas foram colhidas às 8, 14, 26 e 50 horas após a aplicação do 2,4-D, como foi mencionado em Ensaio Realizados, e separadas em

raíz e parte aérea. Em primeiro lugar cortou-se a parte aérea a 1 cm. acima da superfície do solo. Em segundo lugar, as raízes, com ajuda de jatos de água, foram retiradas dos vasos e colocadas em uma peneira n.º 10. Continuou-se a lavagem até eliminar as partículas de solo.

A fim de provocar a troca isotópica, as raízes foram mergulhadas em uma solução de KH_2PO_4 0,001 M e a seguir em uma de KCl 0,1 N. Finalmente, foram lavadas novamente com água e colocadas sobre papel filtro para retirar excesso de água. A seguir, tanto a parte aérea como as raízes foram postas a secar em estufa a 70-80°C, durante 48 horas.

Preparação do Material para a Detecção da Radioatividade

A matéria seca (parte aérea e raízes) foi pesada e transferida para cadinhos de porcelana e incinerada a 500°C (ELLIS et al., 1966), durante 6 — 8 horas. Uma vez esfriados os cadinhos, a cinza foi umedecida com algumas gotas de água destilada, e adicionou-se, a cada cadinho, 5 ml. de H_2SO_4 (1:2). Escolheu-se o ácido sulfúrico, já que ROBINSON, 1969, conseguiu com esse reagente uma maior eficiência na detecção do material radioativo, quando comparado com ácido nítrico e outros.

Os cadinhos foram aquecidos em banho de areia até que o extrato ficara quase incolor. A seguir o conteúdo dos cadinhos foi filtrado sob vácuo. O filtrado foi recebido em frascos do cintilador líquido e completou-se com água destilada até 20 g.

Medida da Radioatividade das Amostras

A atividade de cada amostra foi determinada através da radiação Cerenkov (HABERER, 1966; WHITE e ELLIS, 1968; AWERBUCH e AVNIMELECH, 1970) utilizando um contador por cintilação líquida da Nuclear Corporation. Série 720, U.S.A.

Para melhor precisão na determinação da radioatividade das amostras, empregou-se a técnica da padronização interna (TURNER, s/data; PARNENTIER e TENHAAF, 1969). Nesta, a atividade de cada amostra foi medida durante 10 minutos ou o tempo suficiente para atingir 10000 contagens; após essa determinação, adicionou-se a cada frasco do cintilador; contendo uma alíquota (250 micromilitros) de uma solução radioativa (^{32}P), da qual conhecemos a radioatividade em d/min. Novamente determinou-se a atividade de cada amostra, durante 1 minuto. Desta forma torna-se possível expressar os resultados em d/min./mg. de matéria seca, de acordo com as seguintes equações:

$$E_a = \frac{d_a}{C' - C} \quad (1)$$

E_a = Eficiência de detecção do padrão e da amostra.

Da = Atividade da alíquota adicionada em d/min.

C = Contagem da amostra em i/min.

C' = Contagem da amostra mais contagem da alíquota em i/min.

$$D = \frac{Da}{C' - C} \cdot \frac{(C - B)}{X} \quad (2)$$

D = Atividade da amostra em d/min/mg. matéria seca.

B = Radiação de fundo.

X = Quantidade de matéria seca em mg.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Absorção do Fósforo pelo Trigo

Pelos dados apresentados no Quadro 1, verificou-se que as três doses de 2,4-D usadas estimularam a absorção do fosfato em relação às plantas não tratadas.

Quadro 1 — Efeito de diferentes concentrações de 2,4-D, após diferentes horas da pulverização, na absorção e distribuição do ^{32}P .

ppm 2,4-D	d/min./mg. matéria seca											
	R A I Z				PARTE AÉREA				PLANTA INTEIRA			
	Após 8 h	Após 14 h	Após 26 h	Após 50 h	Após 8 h	Após 14 h	Após 26 h	Após 50 h	Após 8 h	Após 14 h	Após 26 h	Após 50 h
0	100	100	100	100,0	100	100	100	100	100	100	100	100
1000	250	238	180	93,7	540	203	117	112,3	481	220	146	100,7
2000	220	317	235	122,0	492	180	91	98,8	311	247	158	113,8
4000	104	215	129	136,9	388	191	70	106,7	199	203	98	126,3

As plantas que receberam 1000 ppm de 2,4-D, 8 horas após o tratamento, mostraram maior estímulo na absorção de fósforo (^{32}P). Quando receberam 2000 e 4000 ppm., houve maior absorção às 14 horas após o tratamento.

Quatorze horas após a pulverização, com as três concentrações de 2,4-D utilizadas, observou-se um decréscimo do incremento da absorção do ^{32}P , o qual foi influenciado pelas doses, embora essa absorção fosse sempre menor nas plantas não pulverizadas. Já às 50 horas após a pulverização, não se verificou uma diferença sensível, entre as plantas que receberam a dose de 1000 ppm. de 2,4-D e aquelas não pulverizadas.

A grande estimulação inicial, entre 8 e 14 horas, na absorção do fósforo (^{32}P), provocada pelas diferentes concentrações de 2,4-D, pode correlacionar-se com a influência do 2,4-D no processo da fosforilação oxidativa. Foi comprovado que a pulverização deste regulador de crescimento, na concentração de $5 \times 10^{-4}\text{M}$, pode estimular o processo da fosforilação oxidativa de mitocôndrios isolados de soja (SWITZER, 1957). Mais tarde KEY et al. 1960, observou, ao microscópio eletrônico, um aumento no crescimento dessas organelas devido ao efeito do 2,4-D. Isso levou a um incremento da atividade oxidativa e fosforilativa. Por outro lado, concentrações de $5 \times 10^{-3}\text{M}$ inibem a atividade catalítica das enzimas respiratórias (FREED et al., 1961).

CHKANIKOV et al., 1970, constataram menor incorporação de ^{32}P lhas (*Pisum sativum*, L.) e de algodão (*Gossypium hirsutum*, L.) em para a formação do ATP, após mergulhar segmentos etiolados de ervilha, 2,4-D. O efeito foi evidente entre os 15 — 60 minutos depois da imersão dos segmentos na solução do herbicida com uma concentração de $5 \times 10^{-3}\text{M}$. Os autores indicaram que o 2,4-D desacoplou a fosforilação oxidativa de forma similar ao 2,4 dinitrofenol.

COOKE, 1957, pulverizou, com uma solução de 100 ppm. de 2,4-D e agente espalhante, plantas de feijoeiro cultivadas em vasos com solo, com a finalidade de estudar o seu efeito na absorção de ^{42}K , ^{36}Cl , ^{45}Ca e ^{35}S . Este pesquisador observou que algumas horas após a aplicação do herbicida, a absorção foi grandemente estimulada. No caso do ^{42}K , 8 horas após a pulverização, as folhas mostraram uma atividade 4 vezes maior em relação as plantas não tratadas. Após estimulação inicial, observou-se uma marcada diminuição da absorção do potássio. Porém, 24 horas após a pulverização, as folhas tratadas acusavam uma atividade menor do que nas plantas não pulverizadas. Os dados de COOKE são bem semelhantes aqueles obtidos no presente trabalho.

Concordando com COOKE, 1957, pode-se pensar que nas primeiras 8 e 14 horas após o tratamento com 2,4-D, pequenas quantidades do herbicida migraram-se das folhas para as raízes, estimulando assim, ao nível de mitocôndrios, a fosforilação oxidativa e portanto aumentando a absorção metabólica ou ativa do fosfato (^{32}P).

Os dados obtidos no presente trabalho parecem indicar que, com o decorrer do tempo, quantidades crescentes do herbicida alcançariam as raízes, determinando assim um decréscimo do efeito estimulante, devido à ação de desacoplamento da cadeia respiratória provocado pelo 2,4-D, como já foi indicado por LOTLIKAR, 1960, citado por WORT; 1964a; WEDDING e BLACK, 1962; BOTTRILL, 1965, citado por MORELAND, 1967; CHKANIKOV, 1970.

Os dados apresentados no Quadro 2 indicaram que 50 horas após

a pulverização com 2,4-D, as diferentes concentrações deste herbicida, não apresentaram efeito sensível na absorção.

Baseados nos trabalhos realizados por FANG e BUTS, 1954b, podemos postular como possível explicação que o trigo foi capaz de metabolizar o 2,4-D a um produto inócuo, sem atividade como herbicida. Aliás CHKANICOV et al., 1965, citados por LOOS, 1969, observaram que cevada (*Hordeum vulgare*, L.) e outras espécies foram capazes de metabolizar o ácido 2,4-diclorofenoxiacético a 2,4 — diclorofenol. Este último é um metabolito que não possui características de um herbicida. Ainda poder-se-ia pensar que 50 horas após a pulverização com a dose de 4000 ppm. de 2,4-D, pequenas quantidades do herbicida ficariam sem metabolizar, o que viria explicar, em parte, o novo incremento da absorção do fósforo (Quadro 2).

Quadro 2 — Efeito de diferentes concentrações de 2,4-D, após diferentes horas da pulverização, na absorção e distribuição percentual do ^{32}P .

ppm 2,4-D	d/min./mg. matéria seca											
	R A I Z				PARTE AÉREA				PLANTA INTEIRA			
	Após 8 h	Após 14 h	Após 26 h	Após 50 h	Após 8 h	Após 14 h	Após 26 h	Após 50 h	Após 8 h	Após 14 h	Após 26 h	Após 50 h
0	5,0	89,6	126,8	73,6	2,5	94,8	143,3	40,1	7,5	184,4	270,1	113,7
1000	12,6	213,5	227,7	69,0	13,5	192,2	167,9	45,0	36,1	405,7	395,6	114,5
2000	11,0	296,0	296,0	89,8	12,3	170,8	130,8	39,6	23,3	455,7	426,8	129,4
4000	5,2	193,1	164,1	100,8	9,7	181,5	100,1	42,8	14,9	374,6	264,2	143,6

Recentes estudos sobre o metabolismo do 2,4-D indicam como um possível mecanismo de resistência das gramíneas a esse herbicida, a conversão do 2,4-D em produtos que não apresentam características de herbicida. HAGIN et al., 1971, observaram ao pulverizar com 2,4-D *Bromus inermis*, Leyss *Phleum pratense*, L e *Dactylis glomerata*, L, o desaparecimento deste herbicida e o aparecimento do ácido 3-(2,4-diclorofenoxiacético) propiônico, [3-2,4-DP)], o qual não possui características de herbicida.

Distribuição do Fósforo no Trigo

Os resultados obtidos para a absorção e a distribuição do ^{32}P apresentaram tendências semelhantes. Isso se compreende, uma vez que o teor de fósforo do caule e folhas é função da quantidade de fósforo absorvidos pelas raízes, sempre que o processo de distribuição seja normal. Desse modo, obteve-se incremento inicial da distribuição do fósforo, com todas as doses e logo diminuição até quase igualar-se com

as plantas que não receberam aplicação do herbicida. Porém, 26 hora após a pulverização, verificou-se, em relação às plantas não tratadas, uma distribuição de fósforo de 9 e 30% menor, com as doses de 2000 e 4000 ppm. de 2,4-D, respectivamente. Isso pode ser atribuído ao efeito do 2,4-D sobre os estômatos. BRADBURY e ENNIS, 1952, LEONARD et al., 1966 SASAKI e KOZLOWSKI, 1967, relataram que o 2,4-D produz um parcial fechamento estomático; portanto, é de se esperar que a transpiração diminua (BROWN, 1946; FERRI e LEX, 1948; PLAYER, 1950; KASPERIK, 1955, citados por BRIAN, 1964). Se a transpiração diminui, o processo de distribuição de íons sofrerá alterações.

MACIEJEWSKA e POTAPCZYK, 1955, indicam que o 2,4-D atua diretamente sobre as células estomáticas, as quais sofrem desidratação, perda da turgescência e conduzindo, portanto, ao fechamento dos estômatos.

Os resultados obtidos no presente trabalho concordaram com o trabalho, já mencionado, de WORT, 1964b, que relata um incremento da absorção de fósforo (^{32}P) desde a solução nutritiva, e um incremento no seu transporte das raízes para a parte aérea.

CONCLUSÕES

- 1 — O 2,4-D afeta a absorção do fósforo e a distribuição deste na planta.
- 2 — O efeito inicial do 2,4-D é estimulante, tanto na absorção e distribuição do fósforo. Com o decorrer do tempo, o efeito estimulante decresce.
- 3 — A magnitude deste efeito varia com a dose de 2,4-D empregada.

SUMMARY

EFFECTS OF 2,4-D IN THE UPTAKE OF PHOSPHORUS (^{32}P) BY WHEAT (*Triticum aestivum*, L.) AND ITS DISTRIBUTION IN THE PLANT

The aim of this paper was to study the effect of different concentrations of 2,4-D on the phosphorus uptake by wheat plants (*Triticum aestivum*, L.) at the 3 leaves stage and its distribution in the plants.

Four experiments were carried out in the greenhouse, with four replicates. In the first experiment the wheat plants were harvested 8 h hours after spraying the herbicide. In the second, third and fourth experiments, after 14, 26 and 50 hours respectively. In each experiment, four levels of 2,4-D, namely, 0, 1000, 2000, and 4000 ppm. and a solution with ^{32}P were applied.

The data showed:

- The 2,4-D affected the phosphorus uptake and its distribution in the plant.
- The four experiments showed a tendency toward 2,4-D stimulation of phosphorus uptake in wheat, which decreased with the passage of time.
- The phosphorus translocation to the shoot was, in general, stimulated, but this decreased with time. In the third experiment when the plants were sprayed with 2000 and 4000 ppm. 2,4-D, the translocation was reduced with respect to the control plants.

LITERATURA CITADA

- ANDREAE, A.W. 1963. Herbicides. In *Metabolic inhibitors* (Ed. by R.H., Hoscher e J.H. Quastel) Vol. II, pp. 243-261. Academic Press, New York, London.
- AUDUS, L.J. 1963. *Plant growth substances*. London, Leonard Hill Book limited. Interscience publishers. Inc. New York. Second Editions. 553 p.
- AWERBUCH, T. & AVNIMELECH, Y. 1970. Counting ^{32}P in plant tissues using the Cerenkov effect. *Plant and Soil*, **33**, 260-264.
- BRADRURY, D. e B.W. ENNIS. 1952. Stomach closure in kidney bean plant treated with ammonium 2,4-dichlorophenoxyacetic. *Am. J. Bot.*, **39**, 324-328.
- BRIAN, C.R. 1964. The effects of herbicides on biophysical processes in the plant. In *The physiology and biochemistry of herbicides*. (Ed. by J.L. Audus) pp. 357-386. Academic Press, London, New York.
- CHKANIKOV, I.D.; O.D. MIKITYUK; A.M. MAKEEV e YU.M. MIRENKOV. 1970. Additional data on disturbance of phosphorylative processes under the influence of 2,4-D. *Societ Plant Physiol.*, **17**, 633-639.
- COOKE, A.R. 1957. Influence of 2,4-D on the uptake of minerals from the soil. *Weeds*, **5**, 25-28.
- ELLIS, K.M.; S.M. WAMPLER e R.H. YAGER. 1966. Liquid Scintillation method for determination of solvent extracted phosphorus — ^{32}P in foods. *Anl. chim. Acta*, **34**, 1969-1974.
- FERNANDEZ, A.O. 1963. Acción fisiológica del ácido 2,4 diclorofenoxyacético. *Revist. de la Facultad de Agronomía Y Veterinaria de Buenos Aires*. Tomo XV, 11-20.
- FREED, V.H., J.F. REITHEL e F.L. REMMERT. 1961. Some physical chemical aspects of synthetic auxins with respect to their mode of action. *Plant Growth Regulation. Proc. 4th. Int. Conf.*, 289-303. Iowa State University Press, Iowa, U.S.A.
- GHINEA, L. e C. CARAMETE. 1970. Influencia erbicidelor asupra metamolismului plantelor. *Probleme Agricole*, **11**, 42-49.
- HABERER, K. 1966. Measurement of beta activities in aqueous samples utilizing Cerenkov radiation. *Technical Bulletin Packard Instrument Company, Inc.* N° 16. 14 pp.
- HAGIN, D.R., D.L. LINSOTT e J.E. DAWSON. 1970. 2,4-D metabolism in resistant grasses. *J. Agr. Food Chem.*, **18**, 848-850.
- KEY, L.J.; J.B. HANSON e R.F. BILS. 1960. Effect of 2,4 dichlorophenoxyacetic acid application on activity and composition of mitochondria soybeans. *Plant Physiol.*, **35**, 177-183.
- KOGAN, A.M. 1971. Efecto del herbicida 2,4 diclorofenoxyacético (2,4-D) en los principales procesos metabolicos de las plantas. *Boletim Didático 003*, Centro de

- LEONARD, O.A.; E.D. BAYER e J.KR. GLENN. 1966. Translocation of labelled U.S.P. 40 pp.
Energia Nuclear na Agricultura, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" assimilates in red maple and white ash. *Bot. Gaz.* **127**, 193-201.
- MACIEJENSKA — POTAPCZYK, W. 1955. The action of 2,4-D on some of the enzymes of the stomacal cells. *Acta. Soc. Bot. Pol.*, **24**, 639-645.
- MORELALND, D.E. 1967. Mechanism of action of herbicides. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, **18**, 365-368.
- NORMAN, G.A.; C.E. MINARIK. 1950. Herbicides. *Ann. Rev. of Plant Physiol.*, **1**, 141-168.
- PARMENTIER, H.J. e F.E.L. TENHAAF. 1969. Developments in liquid scintillation counting since 1963. *The internacional Journ. of applied radiation and isotopes*, **20**, 305-334.
- ROBERTSON, M.M. e R.C. KIRDWOOD. 1970. The mode of action of foliage applied translocated herbicides with particular reference to the phenoxy — acid compounds. II The mechanism and factors influencing translocation, metabolism and biochemical inhibition. *Weed Res.*, **10**, 94-120.
- ROBINSON, .RJ. 1969. ³³p: a superior radiation for phosphorus? *The International Journ. of Applied Radiation and Isotopes*, **20**, 531-534.
- SASAKI, S. e T.T. KOZLOWSKI. 1967. Effects of herbicides on carbon dioxide uptake by pine seedlings. *Can. J. Bot.*, **45**, 961-971..
- SWITZER, C.M. 1957. Effect of herbicides and related chemicals on oxidation and phosphorylation buy isolated soybeans mitochondria. *Plant Physiol.*, **32**, 42-44.
- TURNER, C.J. s/data. Sample preparation for liquid cintillation techniques. *The Radiochemical Centre Amersham, England, Review* **6**, 31 pag.
- WEDDING, T.R. e M.K. BLACK. 1962. Response of oxidation and coupled phosphorylation in plant mitochondriato 2,4-dichorophenoxyetic acid. *Plant Physiol.*, **37**, 364-370.
- WHITE, P.R. e G.B. ELLIS. 1968. Routine couting of ³²P in colored solutions from dry ashed plant samples utilizing Cerenkov radiation. *Proc. Soil Sci. Soc. Am.*, **32**, 749-751.
- WORT, D.J. 1964a. Effects of herbicides on plant composition and metabolism. **In** *The Physiology and Biochemistry of Herbicides.* (Ed by. L.J. Audus), pp. 291-334. Academic Press, London and New York.
- YUFERA, P.E. 1958. *Herbicidas y Fitorreguladores.* Madrid, España, Ed. Aguilar.
- ZIMMERMAN, P.W. e E.A. HITCHCOK. 1942. Substituted phenoxy and benzoic acid growth substances and the relation of structure to physiological activity. *Contr. Boyce Thompson Inst.*, **12**, 321-343.